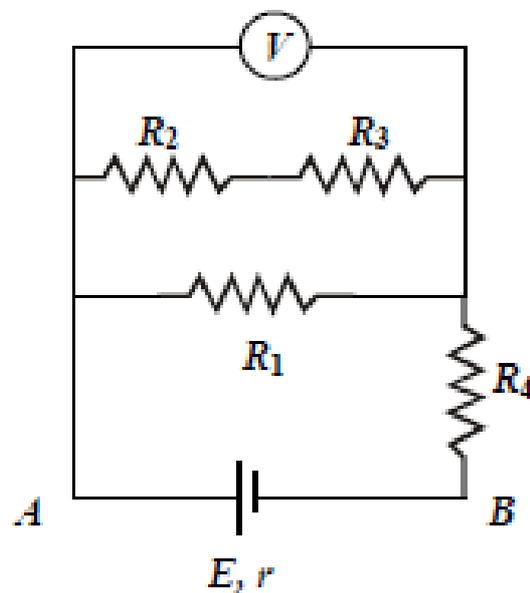




# ΦΥΣΙΚΗ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ



**1.** Μια ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη  $\mathcal{E} = 15 \text{ V}$ , συνδέεται στα άκρα ενός συστήματος δύο αντιστατών με αντιστάσεις  $R_1 = 4 \Omega$  και  $R_2 = 2 \Omega$  συνδεδεμένων σε σειρά μεταξύ τους.

**Δ1)** Αν το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα έχει ένταση  $I = 2 \text{ A}$ , να βρείτε αν έχει εσωτερική αντίσταση η πηγή και αν έχει να υπολογίσετε τη τιμή της.

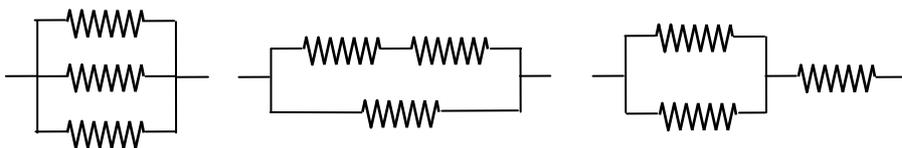
**Δ2)** Να βρείτε ποιος από τους δύο αντιστάτες  $R_1, R_2$  του κυκλώματος θα καταναλώσει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια για χρονικό διάστημα λειτουργίας  $2 \text{ min}$  του κυκλώματος και ποιο θα είναι αυτό το ποσό ενέργειας.

Στη συνέχεια συνδέουμε τρίτο αντιστάτη με αντίσταση  $R_3 = 2 \Omega$  παράλληλα με το σύστημα των δύο αντιστατών  $R_1, R_2$ .

**Δ3)** Να βρείτε τη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος με το οποίο τροφοδοτεί η πηγή το κύκλωμα.

**Δ4)** Να υπολογίσετε τη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_3$ .

**2.** Δίνονται οι πιο κάτω συνδεσμολογίες αντιστατών. Όλοι οι αντιστάτες είναι όμοιοι.

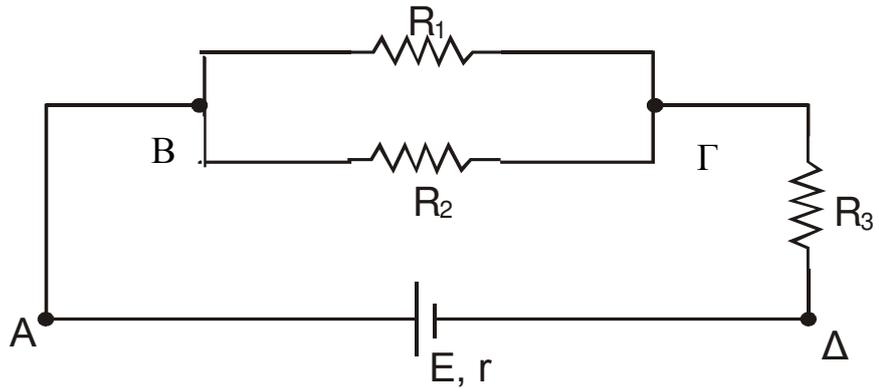


**Δ1)** Αν η αντίσταση του κάθε αντιστάτη έχει τιμή  $3 \Omega$  να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση για τη κάθε συνδεσμολογία.

**Δ2)** Αν στα άκρα της κάθε συνδεσμολογίας συνδέσουμε ηλεκτρική πηγή, με ΗΕΔ  $E = 9 \text{ V}$  και αμελητέα εσωτερική αντίσταση, να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη, και για τις τρεις συνδεσμολογίες.

**Δ3)** Συνδέσαμε κάθε μια από τις παραπάνω συνδεσμολογίες με αυτή την ηλεκτρική πηγή που αναφέραμε και την αφήσαμε να λειτουργεί  $200$  ώρες συνεχώς. Να υπολογίσετε πόσα χρήματα θα μας στοιχίσει η κατανάλωση ενέργειας σε κάθε συνδεσμολογία, αν έχουμε υπολογίσει κόστος  $0,1 \text{ €/KWh}$  με τη χρήση της παραπάνω πηγής ηλεκτρικής ενέργειας.

**7.** Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος που αποτελείται από μια ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 2 \Omega$  και τρεις αντιστάτες με τιμές αντιστάσεων,  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$  και  $R_3 = 5 \Omega$ .



Εάν ο αντιστάτης  $R_1$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης,  $I_1 = 2 \text{ A}$ , να υπολογίσετε:

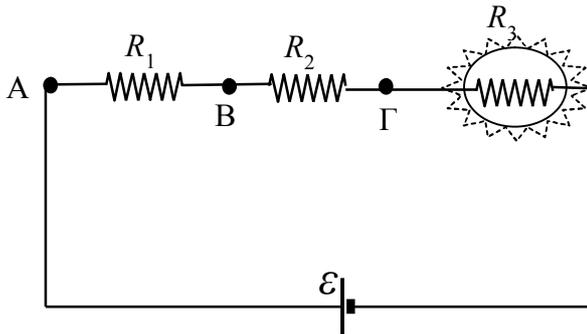
**Δ1)** την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος,

**Δ2)** την ηλεκτρική τάση  $V_{B\Gamma}$ ,

**Δ3)** την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα, σε χρόνο μιας ώρας ( $t = 1 \text{ h}$ )

**Δ4)** την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής  $E$ .

- 12.** Στο σχήμα παριστάνεται ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με τρεις ωμικούς αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$  και  $R_3$ . Η τρίτη αντίσταση είναι αυτή ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως, ο οποίος έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας  $8 \text{ V} / 16 \text{ W}$ . Η πηγή έχει ΗΕΔ  $E = 14 \text{ V}$ , δεν έχει εσωτερική αντίσταση, όπως δεν έχουν αντίσταση και οι αγωγοί σύνδεσης. Θεωρούμε ότι ο λαμπτήρας συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης.



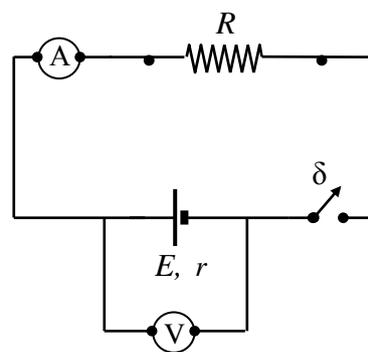
**Δ1)** Να βρείτε την αντίσταση του λαμπτήρα.

**Δ2)** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

**Δ3)** Να υπολογίσετε την ισχύ του λαμπτήρα στο κύκλωμα και να ελέγξετε αν αυτός λειτουργεί κανονικά.

**Δ4)** Μπορούμε να βραχυκυκλώσουμε (να ενώσουμε με σύρμα αμελητέας αντίστασης) είτε τα σημεία A και B είτε τα σημεία B και Γ. Σε κάθε μία από τις δύο αυτές περιπτώσεις να χαρακτηρίσετε τη λειτουργία του λαμπτήρα (υπολειτουργεί, λειτουργεί κανονικά, υπερλειτουργεί με κίνδυνο να καταστραφεί).

**16.** Μία ομάδα μαθητών πραγματοποίησε στο εργαστήριο της φυσικής το κύκλωμα του σχήματος προκειμένου να υπολογίσει πειραματικά την τιμή  $R$  της αντίστασης του αντιστάτη καθώς και τα στοιχεία της ηλεκτρικής πηγής, δηλαδή την ηλεκτρεγερτική της δύναμη  $E$  και την εσωτερική της αντίσταση  $r$ . Το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο θεωρούνται ιδανικά. Όταν οι μαθητές είχαν ανοιχτό το διακόπτη  $\delta$  η ένδειξη του βολτομέτρου ήταν  $6V$ . Όταν οι μαθητές είχαν κλειστό το διακόπτη  $\delta$  η ένδειξη του βολτομέτρου ήταν  $5V$  και του αμπερομέτρου  $0,5A$ . Να υπολογίσετε:



**Δ1)** Την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής καθώς και την ένδειξη του αμπερομέτρου όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

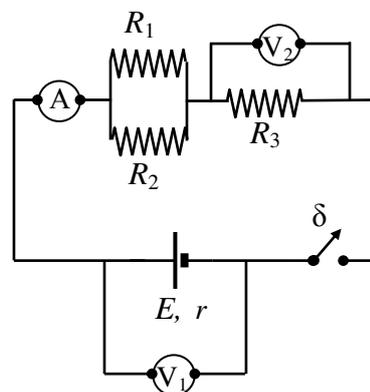
**Δ2)** Τη τιμή της αντίστασης  $R$  του αντιστάτη.

**Δ3)** Την εσωτερική αντίσταση της πηγής.

Οι μαθητές σύνδεσαν έναν αντιστάτη αντίστασης  $R_1 = 40\Omega$  παράλληλα με τον αντιστάτη  $R$ . Σε αυτή την περίπτωση να υπολογίσετε:

**Δ4)** Την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα σε χρόνο  $100s$ .

**17.** Μία ομάδα μαθητών πραγματοποίησε στο εργαστήριο φυσικής το κύκλωμα του σχήματος. Οι αντιστάτες έχουν αντιστάσεις  $R_1 = 30 \Omega$ ,  $R_2 = 60 \Omega$  και  $R_3$ , ενώ τα βολτόμετρα  $V_1, V_2$  και το αμπερόμετρο  $A$  θεωρούνται ιδανικά. Αρχικά οι μαθητές έχουν το διακόπτη  $\delta$  ανοιχτό οπότε η ένδειξη του βολτομέτρου  $V_1$  είναι  $6 V$ . Στη συνέχεια οι μαθητές κλείνουν το διακόπτη οπότε η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι  $0,2 A$  και του βολτομέτρου  $V_2$  είναι  $1,6 V$ .



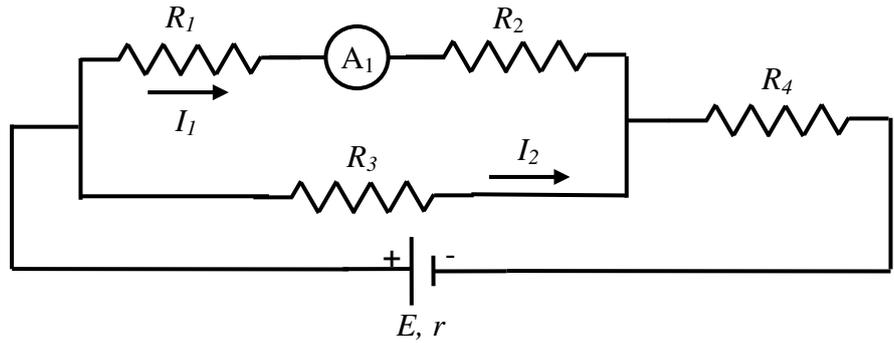
**Δ1)** Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής.

**Δ2)** Να βρείτε τη τιμή της αντίστασης  $R_3$ .

**Δ3)** Να υπολογίσετε την εσωτερική αντίσταση της πηγής.

**Δ4)** Οι μαθητές, κατόπιν, σύνδεσαν επιπλέον στο κύκλωμα ένα μικρό λαμπάκι με ενδείξεις « $0,3 W, 3 V$ », σε σειρά με τον αντιστάτη αντίστασης  $R_3$ . Σε αυτή την περίπτωση να εξετάσετε αν το λαμπάκι λειτούργησε κανονικά. Θεωρούμε ότι το λαμπάκι συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης.

**25.** Το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από τέσσερις αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $R_3 = 3 \Omega$ ,  $R_4 = 7 \Omega$  και μια ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση



$r = 1 \Omega$ . Η ένδειξη του αμπερομέτρου (αμελητέας αντίστασης)  $A_1$  είναι  $I_1 = 1 \text{ A}$ .

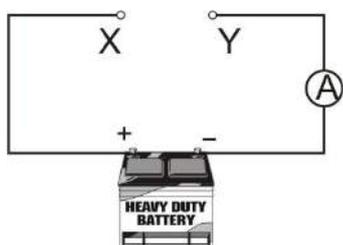
**Δ1)** Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

**Δ2)** Να υπολογίσετε την ένταση  $I_2$  του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_3$ .

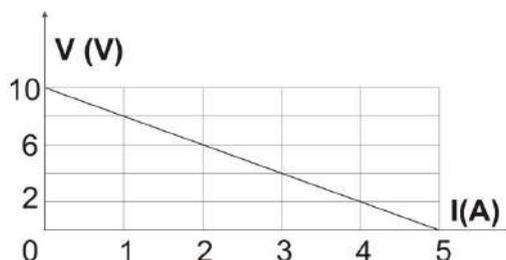
**Δ3)** Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  της πηγής.

**Δ4)** Να υπολογίσετε το ρυθμό με τον οποίο η πηγή προσφέρει ενέργεια στο κύκλωμα (συνολική ισχύ).

- 36.** Η χαρακτηριστική καμπύλη της ηλεκτρικής πηγής που φαίνεται στο κύκλωμα του σχήματος (1), δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (2).



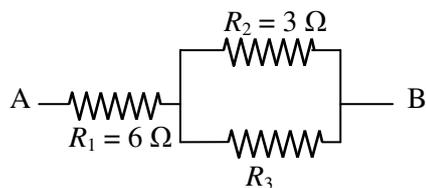
(1)



(2)

**Δ1)** Να υπολογισθεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη και η εσωτερική αντίσταση της πηγής.

**Δ2)** Ποια θα είναι η πολική τάση της πηγής, όταν τα άκρα A και B του παρακάτω συνδυασμού αντιστάσεων (3), συνδεθούν στα σημεία X, Y αντίστοιχα, του κυκλώματος (1) και το αμπερόμετρο δείχνει 1 A;



(3)

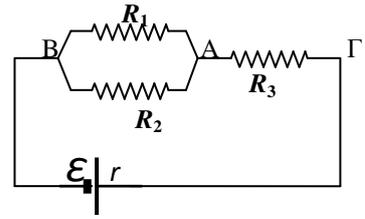
**Δ3)** Να υπολογίσετε την αντίσταση  $R_3$  του συνδυασμού αντιστάσεων (3) που συνδέσαμε στο κύκλωμα, με δεδομένο ότι το αμπερόμετρο δείχνει 1 A;

**Δ4)** Ενώ το αμπερόμετρο δείχνει 1 A να υπολογίσετε το κλάσμα:

Ρυθμός μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα στην  $R_2$

Ρυθμός μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα στην  $R_3$

**45.** Τρεις αντιστάτες (1), (2), (3), που έχουν αντιστάσεις  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2$  και  $R_3$  αντίστοιχα, συνδέονται μεταξύ τους όπως δείχνει η συνδεσμολογία του διπλανού σχήματος. Το σύστημα των τριών αντιστατών συνδέεται στα άκρα ηλεκτρικής πηγής, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E = 66 \text{ V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 2 \Omega$ .



Αν δίνεται ότι για τις εντάσεις των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες  $R_1$  και  $R_2$  ισχύει η σχέση  $I_1 = 2I_2$  και για τις ηλεκτρικές τάσεις  $V_{\Gamma A}$ ,  $V_{AB}$  η σχέση  $V_{\Gamma A} = 2V_{AB}$  :

**Δ1)** Να σχεδιάσετε στο κύκλωμα τις φορές (συμβατικές) των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαρρέουν όλους τους κλάδους του και να υπολογίσετε την αντίσταση  $R_2$ .

**Δ2)** Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος μεταξύ των σημείων  $\Gamma$ ,  $B$ .

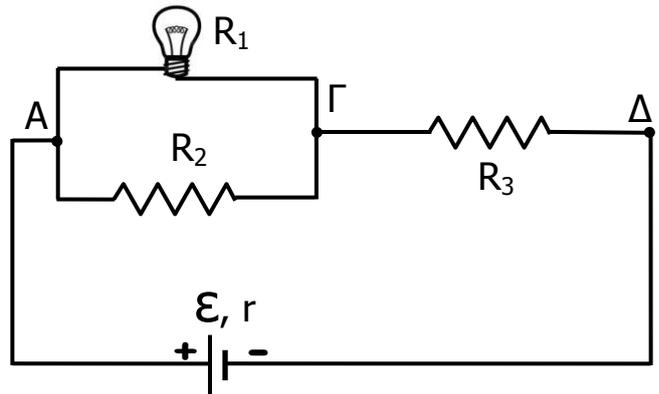
**Δ3)** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε κλάδο του κυκλώματος.

**Δ4)** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη (1), στο ίδιο χρονικό διάστημα που η ηλεκτρική πηγή προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια  $1980 \text{ J}$  σε όλο το κύκλωμα.

**49.** Στο διπλανό κύκλωμα δίνονται:

$$R_1 = 100 \, \Omega, \quad R_2 = 100 \, \Omega \quad \text{και}$$

$R_3 = 150 \, \Omega$  (όπου  $R_1$  η αντίσταση του λαμπτήρα, ο οποίος θεωρούμε ότι συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης). Στο διπλανό κύκλωμα ο ηλεκτρικός λαμπτήρας λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατασκευής του.



Για την πηγή του κυκλώματος δίνονται:  $\mathcal{E} = 250 \, \text{V}$  και  $r = 0 \, \Omega$ .

Να βρείτε:

**Δ1)** Την ολική εξωτερική αντίσταση του κυκλώματος.

**Δ2)** Τις εντάσεις των ηλεκτρικών ρευμάτων τα οποία διαρρέουν τις αντιστάσεις  $R_2$  και  $R_3$ .

**Δ3)** Την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στον ηλεκτρικό λαμπτήρα σε διάρκεια 10 min.

**Δ4)** Εάν η αντίσταση  $R_2$  καταστραφεί και δεν διαρρέεται από ρεύμα, ο ηλεκτρικός λαμπτήρας θα:

(α) υπερλειτουργεί με κίνδυνο να καταστραφεί.

(β) υπολειτουργεί.

(γ) λειτουργεί όπως και πριν την καταστροφή της αντίστασης  $R_2$ .

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε.

**50.** Στο διπλανό κύκλωμα δίνονται:

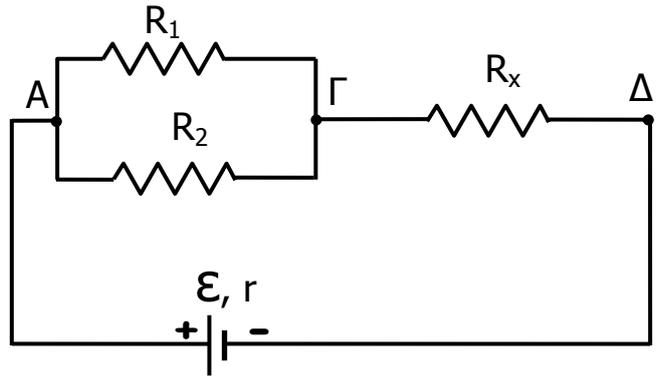
$$R_1 = 12 \, \Omega \text{ και } R_2 = 6 \, \Omega.$$

Για την πηγή του κυκλώματος δίνονται:

$$\mathcal{E} = 36 \, \text{V} \text{ και } r = 1 \, \Omega.$$

Να βρείτε:

**Δ1)** Τη τιμή της αντίστασης  $R_x$  αν γνωρίζετε ότι η ολική εξωτερική αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με  $11 \, \Omega$ .



**Δ2)** Τη πολική τάση της πηγής και τη τάση στα άκρα της αντίστασης  $R_1$ .

**Δ3)** Τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα κατά τη διάρκεια  $10 \text{ min}$ .

Βραχυκυκλώνουμε τα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  με αγωγό αμελητέας αντίστασης.

**Δ4)** Η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα κατά τη διάρκεια  $10 \text{ min}$  σε σχέση με αυτή που υπολογίσατε στο ερώτημα  $\Delta 3$  είναι:

(α) μεγαλύτερη      (β) μικρότερη      (γ) ίση

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**51** Στο διπλανό ηλεκτρικό κύκλωμα δίνονται:

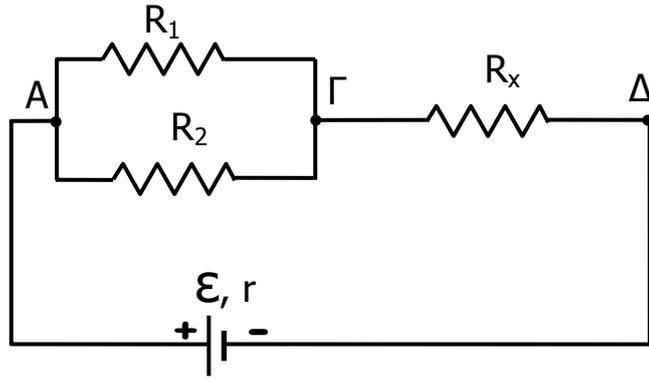
$$R_1 = 12 \Omega \text{ και } R_2 = 6 \Omega.$$

Για την ηλεκτρική πηγή του κυκλώματος

$$\text{δίνονται: } \mathcal{E} = 36 \text{ V και } r = 1 \Omega.$$

Να βρείτε:

**Δ1)** Τη τιμή της αντίστασης  $R_x$  αν γνωρίζετε ότι η ολική εξωτερική αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με  $11 \Omega$ .



**Δ2)** Τη πολική τάση της πηγής και τη τάση στα άκρα της αντίστασης  $R_1$ .

**Δ3)** Τη συνολική ισχύ που καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα.

**Δ4)** Εάν η αντίσταση  $R_2$  καταστραφεί και δεν διαρρέεται από ρεύμα, η τάση στα άκρα της αντίστασης  $R_1$  θα είναι η ίδια με αυτήν που υπολογίσατε στο ερώτημα Δ2 ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**52.** Στο διπλανό ηλεκτρικό κύκλωμα δίνονται:

$$V_{A\Gamma} = 12 \text{ V}, R_2 = 6 \Omega \text{ και } R_3 = 7 \Omega.$$

Για την ηλεκτρική πηγή του κυκλώματος

$$\text{δίνονται: } \mathcal{E} = 36 \text{ V και } r = 1 \Omega.$$

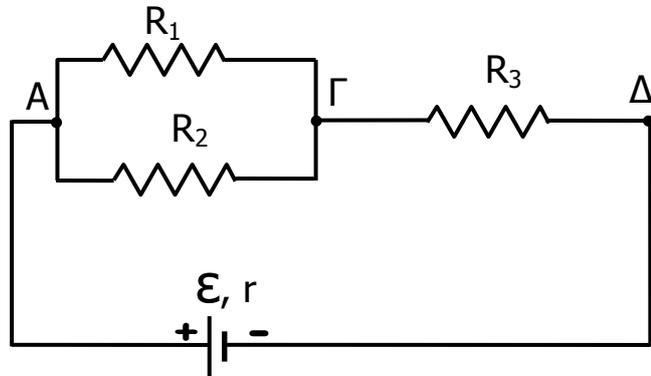
Να βρείτε:

**Δ1)** Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

**Δ2)** Τη τιμή της αντίστασης του αντιστάτη  $R_1$  και την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

**Δ3)** Τη συνολική ενέργεια που καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα σε διάρκεια  $10 \text{ min}$ .

**Δ4)** Εάν ο αντιστάτης αντίστασης  $R_2$  καταστραφεί και δεν διαρρέεται από ρεύμα, το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση  $R_1$  θα είναι το ίδιο με αυτό που υπολογίσατε στο ερώτημα Δ2 ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



**53.**

Από αγώγιμο ομογενές σύρμα σταθερής διατομής κατασκευάζουμε τρεις αντιστάτες (1), (2), (3) που έχουν αντιστάσεις  $R_1 = 1 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 2 \text{ K}\Omega$  και  $R_3 = 6 \text{ K}\Omega$  αντίστοιχα. Από μια διατομή του αγώγιμου σύρματος του αντιστάτη (1) περνούν  $12 \cdot 10^{18}$  ηλεκτρόνια σε χρονικό διάστημα 2 min. Ο αντιστάτης (1) συνδέεται σε σειρά με τον αντιστάτη (2) και το σύστημά τους συνδέεται παράλληλα με τον αντιστάτη (3). Στα άκρα του συστήματος των τριών αντιστατών, συνδέεται μια ηλεκτρική πηγή, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  και μηδενική εσωτερική αντίσταση. Δίνεται για το φορτίο ηλεκτρονίου:  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Δ1)** Να κάνετε το σχήμα της συνδεσμολογίας που περιγράφετε στην εκφώνηση του θέματος.

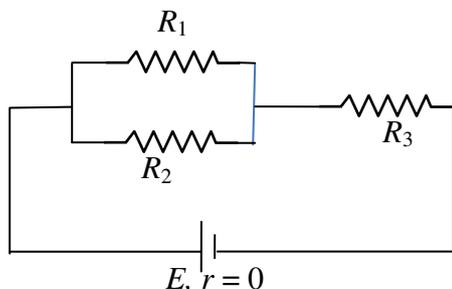
**Δ2)** Να βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_1$ .

**Δ3)** Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος και την ηλεκτρική τάση στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$ .

**Δ4)** Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  της ηλεκτρικής πηγής;

**54.**

Δίνεται το παρακάτω ηλεκτρικό κύκλωμα που αποτελείται από τρεις αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1 = 3 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 6 \text{ K}\Omega$  και  $R_3 = 8 \text{ K}\Omega$ . Η ηλεκτρική πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E = 120 \text{ V}$  και μηδενική εσωτερική αντίσταση.



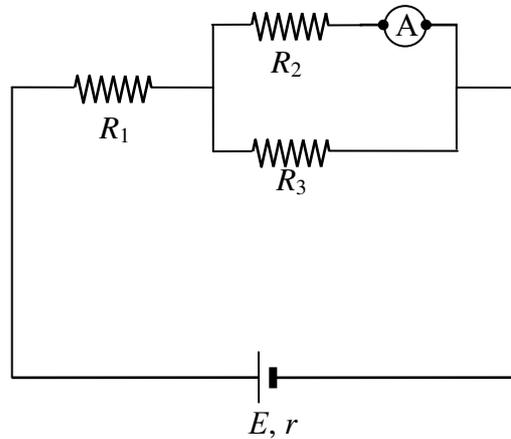
**Δ1)** Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

**Δ2)** Να σχεδιάσετε τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος σε όλους τους κλάδους του ηλεκτρικού κυκλώματος και να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή.

**Δ3)** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης  $R_1$ .

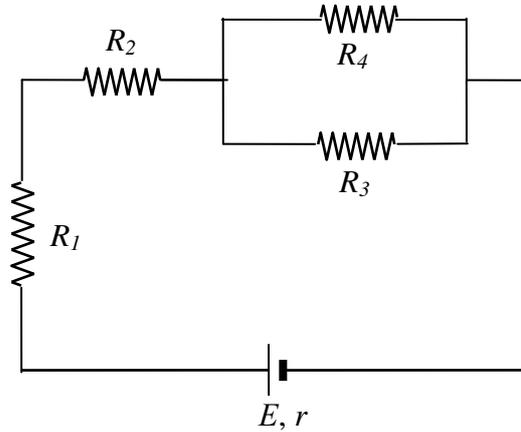
**Δ4)** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που «εκλύεται» από τον αντιστάτη αντίστασης  $R_2$  σε χρόνο 10 min.

- 60.** Τρεις αντιστάτες που έχουν αντιστάσεις  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$  και  $R_3 = 40 \Omega$  αντίστοιχα, συνδέονται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το αμπερόμετρο είναι ιδανικό και η ένδειξή του είναι 2 A, ενώ η ηλεκτρική πηγή έχει εσωτερική αντίσταση  $r = 2 \Omega$  και ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$ .



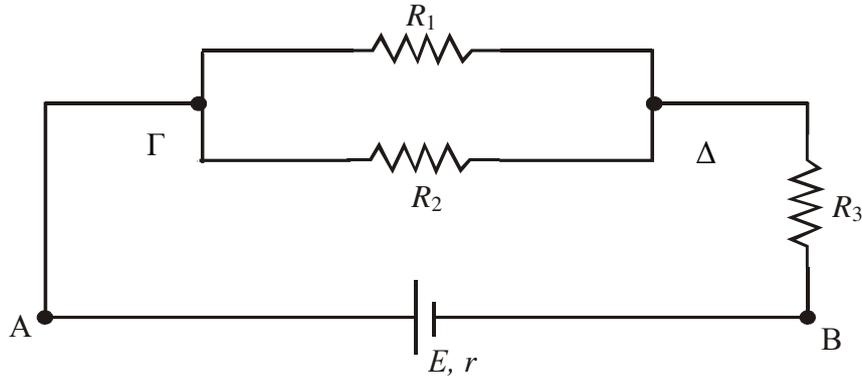
- Δ1)** Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τον αντιστάτη αντίστασης  $R_2$  σε χρονική διάρκεια 2 s.
- Δ2)** Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη της ηλεκτρικής πηγής.
- Δ3)** Να βρείτε την ηλεκτρική ισχύ που παρέχει η ηλεκτρική πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα.
- Δ4)** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απελευθερώνεται στον αντιστάτη αντίστασης  $R_1$  σε χρονικό διάστημα 2 min.

- 62.** Στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος οι αντιστάτες  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  και  $R_4$  έχουν αντιστάσεις  $100 \Omega$ ,  $100 \Omega$ ,  $200 \Omega$  και  $200 \Omega$  αντιστοίχως. Η ηλεκτρική πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E = 62 \text{ V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 10 \Omega$ .



- Δ1)** Να υπολογίσετε την εξωτερική αντίσταση του κυκλώματος.
- Δ2)** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τη πηγή.
- Δ3)** Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$  και τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη  $R_3$ .
- Δ4)** Να βρείτε το ρυθμό με τον οποίο μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε θερμική ο αντιστάτης  $R_3$ .

- 64.** Οι αντιστάτες του παρακάτω κυκλώματος έχουν αντίστοιχα αντιστάσεις  $R_1 = 60 \Omega$ ,  $R_2 = 60 \Omega$  και  $R_3 = 50 \Omega$ , ενώ η ηλεκτρική πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 1 \Omega$ . Ο αντιστάτης αντίστασης  $R_1$  διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I_1 = 0,1 \text{ A}$ .



- $\Delta 1$** ) Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.
- $\Delta 2$** ) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού  $V_{\Gamma\Delta}$  ανάμεσα στα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  του ηλεκτρικού κυκλώματος.
- $\Delta 3$** ) Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E$  της ηλεκτρικής πηγής.
- $\Delta 4$** ) Να υπολογίσετε τη συνολική ισχύ που αποδίδει η ηλεκτρική πηγή στο κύκλωμα.